

# REPORT



과목명		비모수통계자료분석
담당교수		최영훈 교수님
학과		응용통계학과
학년		3학년
학번		201452024
이름		박상희
제출일		2018년 11월 14일

## # 연습문제 5

한 컴퓨터 소프트웨어 회사에서는 편집기능을 강화한 워드프로세서 프로그램의 새로운 버전을 시판하고자 한다. 새로운 제품이 기존의 제품보다 많은 장점이 있는지를 점검하기 위하여 동일한 능력이 있다고 간주되는 11명의 사용자를 표본 추출하여 주어진 과제를 보고서를 5명은 기존의 프로그램으로 나머지 6명은 새로운 버전의 프로그램으로 작성하게 한 후 각 보고서에 나타난 에러의 수를 조사하였다. 새로운 프로그램이 기존의 프로그램보다 에러를 줄일 수 있는 바람직한 프로그램인지를 검정하여라.

기존의 프로그램	9	11	15	18	23	
새로운 프로그램	3	5	7	8	10	12

〈원자료〉

기존	개발
9	3
11	5
15	7
18	8
23	10
	12

→

〈순위자료〉

A	B
5	1
7	2
9	3
10	4
11	6
	8

### ① 귀무가설 vs 대립가설

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

$$H_1 : E(X) > E(Y)$$

### ② Mann-Whitney 검정통계량

$$T = \sum_{i=1}^n R(X_i) = 5 + 7 + 9 + 10 + 11 = 42$$

### ③ 검정통계량의 분위수

$$X_\alpha = X_{0.05} = 21 \quad (n=5, m=6, p=0.05, \text{단측검정})$$

$$X_{1-\alpha} = X_{0.95} = 2 \times E(T) - X_{0.05} = 2 \times \frac{n(N+1)}{2} - X_{0.05} = n(N+1) - X_{0.05} = 5(11+1) - 21 = 60 - 21 = 39$$

### ④ 유의수준 5% 하에서의 통계적 검정

$$X_{0.025} = 21 < T = 42 > X_{0.975} = 39$$

→ “기존 제품과 새로운 제품의 에러 발생의 차이가 없다”는 귀무가설을 기각한다. 따라서 새로운 제품이 기존의 제품보다 에러를 줄일 수 있는 제품이다.

## # 연습문제 11

새로운 컴퓨터 키보드 배치판이 기존의 키보드에 비하여 능률적인가를 알고자 임의로 추출한 18명의 일급타자수에게 동일 분량의 원고를 9명은 새로운 키보드를, 또 다른 9명은 기존의 키보드를 이용하여 컴퓨터에 입력하게 하였다. 개인별 입력시간(단위 : 분)을 참조로 새로운 컴퓨터 키보드 배치판이 더 능률적이라 주장할 수 있는가? 두 키보드 간의 평균시간 차이에 대한 99% 신뢰구간을 구하여라.

새로운 키보드	22	23	25	28	30	33	36	38	40
기존의 키보드	29	33	33	39	40	41	42	48	52

### 〈원자료〉

기존	개발
22	29
23	33
25	33
28	39
30	40
33	41
36	42
38	48
40	52

→

### 〈순위자료〉

기존	개발
1	5
2	8
3	8
4	12
6	13.5
8	15
10	16
11	17
13.5	18

가장 작은 차이	가장 큰 차이
22 - 52 = -30	40 - 29 = 11
23 - 52 = -29	38 - 29 = 9
25 - 52 = -27	40 - 33 = 7
25 - 52 = -26	40 - 33 = 7
23 - 48 = -25	36 - 29 = 7
28 - 52 = -24	38 - 33 = 5
25 - 48 = -23	38 - 33 = 5
30 - 52 = -22	35 - 29 = 4
28 - 48 = -20	36 - 33 = 3
22 - 42 = -20	36 - 33 = 3
23 - 42 = -19	30 - 29 = 1
22 - 41 = -19	40 - 39 = 1

#### ① 귀무가설 vs 대립가설

$$H_0 : E(X) = E(Y)$$

$$H_1 : E(X) \neq E(Y)$$

#### ② Mann-Whitney 검정통계량

$$T = \sum_{i=1}^n R(X_i) = 1 + 2 + 3 + 4 + 6 + 8 + 10 + 11 + 13.5 = 58.5$$

#### ③ 검정통계량의 분위수

$$X_{\frac{\alpha}{2}} = X_{0.005} = 57 \quad (n=9, m=9, p=0.01)$$

$$X_{1-\frac{\alpha}{2}} = X_{0.995} = 2 \times E(T) - X_{0.005} = 2 \times \frac{n(N+1)}{2} - X_{0.005} = n(N+1) - X_{0.005} = 9(18+1) - 57 = 171 - 57 = 114$$

#### ④ 유의수준 1% 하에서의 통계적 검정

$$X_{0.005} = 53 < T = 58.5 < X_{0.995} = 114$$

→ “기존의 키보드와 새로운 키보드와 차이가 없다” 라는 귀무가설을 채택한다. 따라서 두 키보드는 능률의 차이가 없다.

#### ⑤ 99% 신뢰구간

$$k = X_{\frac{\alpha}{2}} - \frac{n(n+1)}{2} = 57 - \frac{9(9+1)}{2} = 57 - 45 = 12$$

→ 12번째로 작은 차이 값 : 하한선, -19

→ 12번째로 큰 차이값 : 상한선, 1

→ 99% 신뢰구간은  $-19 \leq E(X) - E(Y) \leq 1$  이므로 “0” 을 포함하므로 귀무가설을 채택한다.

# # 연습문제 13

두 정당의 선거입후보자가 선거유세 기간 동안에 내세운 선거공약의 수적 차이가 존재하는지를 알아보고자 임의로 25명의 입후보자를 대상으로 그들이 주장하는 선거공약의 수를 아래 표와 같이 정리하여 보았다. 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 존재한다고 보는가? 유의수준 5% 및 1% 하에서 Mann-Whitney 검정을 이용하여라.

정당	선거공약의 수			
	0 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 15	16 이상
A	6	4	1	2
B	4	2	5	1

## <순위자료>

	A	B	순위
0 ~ 5	6	4	$\frac{10+1}{2} = 5.5$
6 ~ 10	4	2	$10 + \frac{6+1}{2} = 13.5$
11 ~ 15	1	5	$16 + \frac{6+1}{2} = 19.5$
16 이상	2	1	$22 + \frac{3+1}{2} = 24$

### ① 귀무가설 vs 대립가설

$$H_0 : E(X) = E(Y)$$

$$H_1 : E(X) \neq E(Y)$$

### ② Mann-Whitney 검정통계량

$$T = \sum_{i=1}^n R(X_i) = 6 \times 5.5 + 4 \times 13.5 + 1 \times 19.5 + 2 \times 24 = 154.5$$

### ③ 검정통계량의 분위수

$$X_{\frac{\alpha}{2}} = X_{0.025} = 133 \quad (n=13, m=12, p=0.05)$$

$$X_{1-\frac{\alpha}{2}} = X_{0.975} = 2 \times E(T) - X_{0.025} = 2 \times \frac{n(N+1)}{2} - X_{0.025} = n(N+1) - X_{0.025} = 13(25+1) - 133 = 338 - 133 = 205$$

$$X_{\frac{\alpha}{2}} = X_{0.005} = 123 \quad (n=13, m=12, p=0.01)$$

$$X_{1-\frac{\alpha}{2}} = X_{0.995} = 2 \times E(T) - X_{0.005} = 2 \times \frac{n(N+1)}{2} - X_{0.005} = n(N+1) - X_{0.005} = 13(25+1) - 123 = 338 - 123 = 215$$

### ④ 유의수준 5% 하에서의 통계적 검정

$$X_{0.025} = 133 < T = 154.5 < X_{0.975} = 205$$

→ 귀무가설 채택. 따라서 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 없다.

### ⑤ 유의수준 1% 하에서의 통계적 검정

$$X_{0.005} = 123 < T = 154.5 < X_{0.995} = 215$$

→ 귀무가설 채택. 따라서 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 없다.

# # 연습문제 13

두 정당의 선거입후보자가 선거유세 기간 동안에 내세운 선거공약의 수적 차이가 존재하는지를 알아보고자 임의로 25명의 입후보자를 대상으로 그들이 주장하는 선거공약의 수를 아래 표와 같이 정리하여 보았다. 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 존재한다고 보는가? 유의수준 5% 및 1% 하에서 Mann-Whitney 검정을 이용하여라.

정당	선거공약의 수			
	0 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 15	16 이상
A	6	4	1	2
B	4	2	5	1

## ① 귀무가설 vs 대립가설

$$H_0 : E(X) = E(Y)$$

$$H_1 : E(X) \neq E(Y)$$

## ② Mann-Whitney 검정통계량

$$T = \sum_{i=1}^n R(X_i) = 6 \times 5.5 + 4 \times 13.5 + 1 \times 19.5 + 2 \times 24 = 154.5$$

## ③ 정규근사화

$$T^* = \frac{T - E(T)}{\sqrt{Var(T)}} = \frac{T - \frac{n(N+1)}{2}}{\sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}}} = \frac{154.5 - \frac{13(25+1)}{2}}{\sqrt{\frac{(13)(12)(25+1)}{12}}} = \frac{154.5 - 169}{\sqrt{338}} = -0.79 \sim N(0,1)$$

## ④ 유의수준 5% 하에서의 통계적 검정

$$T^* = -0.79 > Z_{0.025} = -1.96$$

유의수준 5% 하에서 귀무가설 채택. 따라서 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 없다.

## ⑤ 유의수준 1% 하에서의 통계적 검정

$$T^* = -0.79 > Z_{0.005} = -2.578$$

유의수준 1% 하에서 귀무가설 채택. 따라서 두 정당 입후보자 간의 선거 공약수의 차이가 없다.